

(92) 炭化チタンについて

(電子顕微鏡による鉄鋼中の非金属介在物の研究—I)

神戸製鋼所, 神戸研究部

理 成田 貴一・理〇森 憲二
On Titanium Carbide.

(Study of non-metallic inclusions in iron and steel with electron microscope—I)

Kiichi Narita, Kenji Mori.

I. 緒 言

チタン含有鋼は焼ならし温度が 900°C から 1300°C の間で, 抗張力, 降伏強度, 伸び, 衝撃値などの機械的性質がいちじるしく変化することが知られている. その原因は, おそらく炭化チタンによるものであるうりといわれている. また, その原因の一つとして炭化チタンの存在による結晶粒度の影響であり, オーステナイト変態のおこなわれかたによるためである²⁾ともいわれている.

著者の一人は上に記した炭化チタンの重要性から鋼中の炭化チタンの挙動について研究し, 実験によつて γ 域における炭素とチタンの平衡濃度積を明らかにした³⁾. 著者らはさきにおこなつた実験から, 炭化チタンの機械的性質に与える効果とその地鉄中からの析出, あるいは地鉄中への固溶によるものであるという観点に立つて電子顕微鏡および電子回折をもちい, 900~1300°C から急冷した試料について炭化チタンの挙動を観察し, その分布, 大きさおよび組成を明らかにした.

II. 実 験 方 法

炭素およびチタン含有量のことなる 2 種の鋼を 900°C, 1100°C, 1300°C で 2 時間加熱したのち水中に急冷し, 研磨後 10% 塩酸-エチルアルコール溶液中で電解腐食し, カーボンエキストラクションレプリカ法⁴⁾によつて電子顕微鏡による観察試料を作製した.

III. 実 験 結 果

用いた A, B 2 種の鋼は電解鉄にチタンおよび炭素を加え, 高周波真空炉を用いて熔製したものであり, A, B の成分はそれぞれ炭素 0.085%, チタン 0.22% および炭素 0.32%, チタン 0.46% である.

一例として鋼 A を加熱処理後急冷し, 塩酸で処理し, その不溶性残留物から定量したチタンの量が, すべて炭化チタン (atomic ratio 1 : 1) を形成していたと仮定し, その溶解度積と温度との関係を Fig. 1 に示す. その結果は計算から求められた式⁵⁾と比較的よく一致している. また 900°C で加熱処理した鋼の酸不溶性残留物中の炭素量はチタン量に対してほぼ 1 : 1 の atomic ratio を示した.

電子顕微鏡による観察にしたがえば, 900°C の加熱処理をおこなつた試料は Photo. 1 に示すように A および B ともにほぼ均一に分散した析出物の存在がみとめられる.

析出物の大きさは, A, B ともに

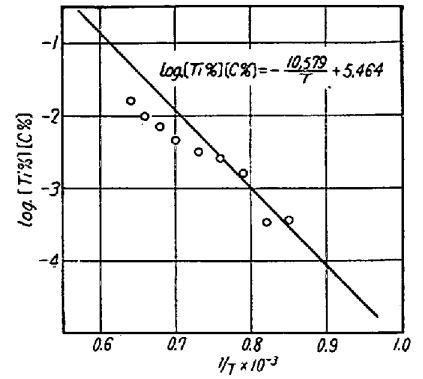
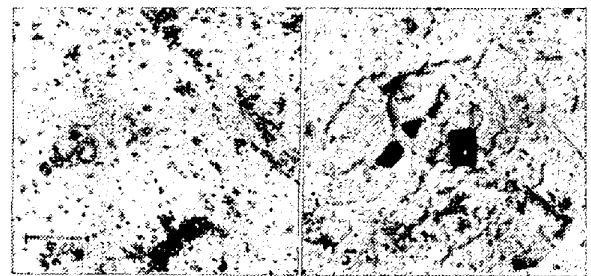


Fig. 1. Relation between log [Ti %][C %] and 1/T.

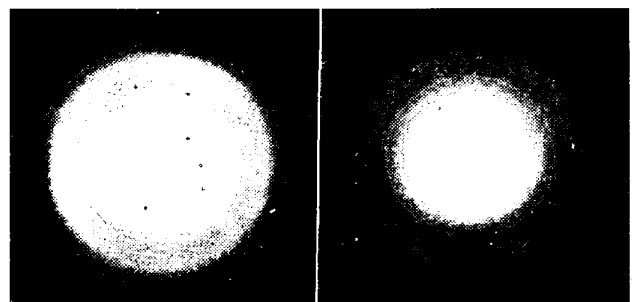


Sample (A)

Sample (B)

Photo. 1. Electron micrograph of samples (A) and (B) quenched from 900°C (Carbon extraction replica).

1000Å~数 10Å のものが多数をしめているが, B においては, 長さ 3.5μ 巾 1μ に達するものが観察され, 鋼中に存在するチタンおよび炭素の濃度と, 析出物の大きさととの間に相関性があるように考えられる.



Sample (A)

Sample (B)

Photo. 2. Electron diffraction pattern of samples (A) and (B).

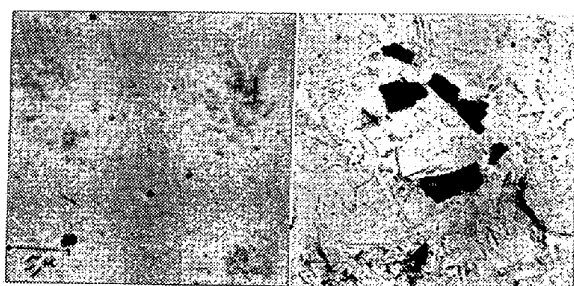
同一試料の電子回折像は Photo. 2 であり, その格子面間隔は Table 1 にしめすように ASTM あるいは Eherlich⁶⁾の値からの計算値に電子回折の精度の範囲内でよく一致している.

1100°C の加熱処理の場合には, 溶解度積から考えられるように析出物の減少が予想された. 電子顕微鏡によ

Table 1. Spacings of the precipitate (Å).

A	B	TiC (ASTM)	TiC(Calculated from Eherlich's data)	TiN (ASTM)
2.48	2.50	2.508	2.490 (111)	2.44
2.16	2.18	2.179	2.157 (200)	2.12
1.52 ₅	1.52 ₅	1.535	1.529 (220)	1.496
1.30 ₃	1.30 ₃	1.311	1.301 (311)	1.277
1.24 ₀	1.25 ₀	1.255	1.245 (222)	1.223
		1.086	1.078 (400)	1.056
0.995	0.995	0.997	0.990 (331)	0.972
0.965	0.973	0.971	0.965 (420)	0.948
0.885	0.885	0.884	0.880 (422)	0.865

る観察結果は Photo. 3 に示すとおりであり、析出物の粒子の大きさの増大と数の減少が認められた。



Sample (A)

Sample (B)

Photo. 3. Electron micrograph of sample (A) and (B) quenched from 1100°C (carbon extraction replica).

チタン鋼においては結晶粒の粗大化が約 1000°C でおこるりがおそらくはこの析出粒子の大きさの増大と数の減少によるものと考えられる。上記析出物の制限視野電子回折によれば TiC と TiN との中間の格子常数を示すものが認められた。

1300°C の加熱処理によつては、A、Bともに析出粒子の数はさらに減少し、Bにおいては粒子の外形は丸みをおび、固溶の過程にあるものと考えられる。析出粒子の制限視野電子回折によれば、Bの場合、TiN の格子常数を示すものが比較的多く、TiN の析出が TiC よりも高い温度でおこなわれることを示しているものと考えられる。

IV. 結 言

以上 Fe-Ti-C 系について電子顕微鏡および電子回折を用いて析出相の研究をおこなつた。析出相は比較的低温では TiC であるが、高温では TiN の格子常数に近づく。また抗張力および降伏強度が 900°C から 1300°C の加熱処理で増すのは TiC が地鉄中に溶解し固溶炭素が増すためであること、TiC の析出あるいは溶解が結晶粒度に関係を持つことなどが推察される。

文 献

- 1) E. Houdremont, F. K. Naumann und H.

Schrader, Arch. Eisenhüttenw., 16 (1942), p. 57

- 2) G. F. Comstock, "Titanium in Iron and Steel", (1955), p. 117, John Wiley & Sons.
 3) 成田貴一, 神戸製鋼所研究報告 神第 1055, 昭和 33 年
 4) R. M. Fisher, ASTM, Special Technical Publication, No.155, (1954).
 5) 平野坦・日浦保, 鉄と鋼, 44 (1958), p. 407.
 6) P. Eherlich, Z. anorg. Chemie. 259 (1949), p. 1
 7) J. W. Halley, Trans. AIME., 167 (1946), p. 224

(93) 炭素鋼, 低合金鋼の研究方法及その結果

(鋼の顕微鏡組織顕出のための新しい研磨法について—I)

住友金属工業, 製鋼所研究部

○川村 弘一・数井 良一

Polishing Method for C-Steels and Low Alloy Steels and their Results.

(On the new polishing method for development of micro-structure of steel—I)

Kōichi Kawamura, Ryoichi Kazui.

I. 緒 言

鋼の金相学的研究で欠くことのできない顕微鏡試料の製作法としては、従来試料の切断ならびに研磨はすべて機械的に行われその面を適当な腐蝕液にて腐蝕し、観察するのが最も普通とされていた。ところが機械的な研磨作業は周知のごとく、バフ研磨の最終仕上げにいたるまで数回の粗から細にいたる粗度の異なるサンド・ペーパー研磨の過程を必要とし、その煩雑性と非能率性は金相学的研究分野における作業的障害の1つとされていた。

近年この研磨工程を自動的に行う装置も種々考案されているがそれによつてもなお相当の時間を要した電解研磨法も電解前の研磨面をかなりの程度にまで仕上げておかないと良好な結果が得られない。そこで著者らは顕微鏡試料のより合理的な製作法について検討を試み、その結果、過酸化水素溶液を使用する化学的処理法が好適であることを見出した。すなわち各種の鉄鋼についてこの方法を使用する場合はエメリーペーパー 120(120メッシュ)程度のベルトサーフェサーで仕上げた試料を約20秒本溶液に浸漬するだけで直ちに研磨と同時に顕微鏡観察可能な組織の顕出を得て煩雑性ならびに技術上の困難性は全くなく従来の機械的な研磨法に比較すれば飛躍的な新しい方法であることを認めた。